第一章　柑桔第三部分

南部地區土壤性質與柑桔施肥推薦參考資訊

臺南農業改良場 潘佳辰

一、栽培風土條件與主要品種

(一) 氣候條件

柑橘生長的溫度範圍為 12- 36℃，然最適之生長溫度為 24- 30℃，溫度的變化宜配合柑橘生育週期，在秋冬季溫度宜低、並配合土壤乾燥，以抑制營養生長，充足日照才能生產高品質的柑橘果實。

(二) 土壤條件

土層深厚排水及通氣良好的砂質壤土或壤土，土壤酸鹼值範圍在 5.5-7.5 較為理想，因為各種營養要素之有效性最高。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

柑橘為芸香科 (Rutaceae) 的植物，當中又以黃皮屬 (Clausena)、枳殼(Poncirus)、金柑屬 (Fortunella) 及柑橘屬 (Citrus) 等具經濟性。

柑桔類作物栽培產地面積分布於**臺南** (柳橙：1,859 公頃、文旦柚：945 公頃、椪柑：912 公頃、白柚：327 公頃、檸檬：30 公頃、葡萄柚：26 公頃、茂谷柑：24 公頃、桶柑：1.4 公頃、其他柑桔類： 3.3 公頃)、**嘉義** (椪柑：1,870 公頃、柳橙：988 公頃、葡萄柚：298 公頃、茂谷柑：205 公頃、文旦柚：174 公頃、白柚：75 公頃、檸檬：33 公頃、桶柑：6 公頃、其他柑桔：45 公頃)、**雲林** (柳橙 1,601 公頃、椪柑：455 公頃、茂谷柑：373 公頃、文旦柚：230 公頃、葡萄柚：91 公頃、白柚：34 公頃、檸檬：16 公頃、其他柑桔：42 公頃)。(民國 101 年優質柑橘果園作業管理、農糧署農情報告資源網) 。

(四) 栽培管理

1. 水分灌溉管理

生育期間土壤水分供應，對植株生育、產量及品質的影響大。果園供水不均，植株根群吸收受阻，影響養分吸收，造成樹勢生長不佳，因此，果園應設置灌溉系統，適時、適期供水，以利根群生長及營養元素吸收及運移。針對地下水位高者或排水不佳之果園，應加強地上及地下之排水改善，避免因連續下雨積水或土壤 飽和造成對根群生育之傷害（根部腐爛）(張汶肇、卓家榮，2009) 。

2. 栽植密度與目標或預期產量

品種	柚類	葡萄柚	甜橙	檸檬
行距*株距(公尺)	7-8 × 6-7	6-7 × 5-6	6 × 4	6 × 4

(民國 101 年優質柑橘果園作業管理)

二、植體營養診斷與土壤採樣

(一) 養分需求與各種養分之生育功能

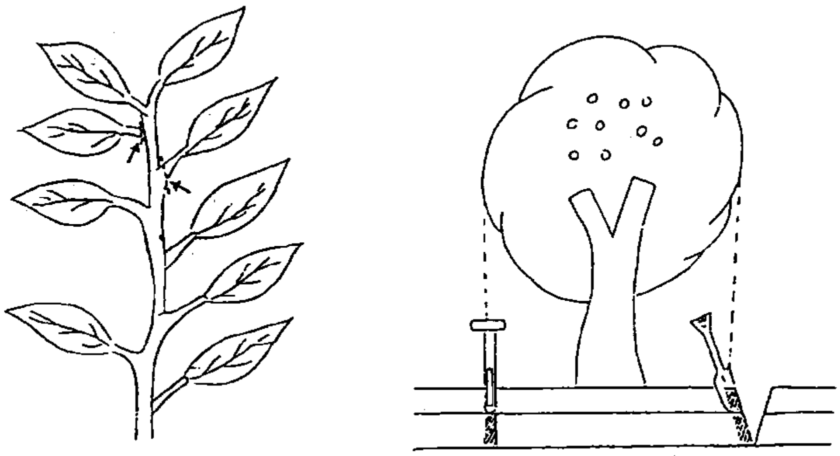
根據不同生育時期施用柑桔所需營養元素，生育初期著重氮肥的施用，以促進植株及葉片發育，開花結果後注重磷鉀肥多施，促進光合產物合成及運送。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙介紹

土壤施用氮肥過多時，容易造成葉片及果實偏大；採收時，葉片若仍呈現濃綠色，則易影響果實品質。土壤中若有效性鉀高，當鎂鉀比小於 1.5 時，容易造成鎂吸收受阻，使老葉黃化，亦可能出現乾米的現象。

(三) 土壤與葉片採樣方法

柑桔之土壤與葉片採樣方法如下圖所示，葉片採樣部位 (春梢無結果枝且為停止梢第三或第四葉)，土壤採樣部位與深度 (於樹冠直下依 0-15，15-30 公分，分層採土)。



柑桔葉片採樣 左) 與土壤採樣 (右) 方法示意圖

1. 柑桔之土壤採樣方法
   (1) 在樹冠外圍直下方採土。
   (2) 先將土表雜草拔除，然後以土鑽、鋤頭或圓鍬等工具依 0 - 15 公分，15 - 30 公分兩個深度分別採土，分盛於兩個容器 (水桶或臉盆) 內。
   (3) 全園視面積大小分散採取 8 - 12 處，都按採樣深度分別裝入這兩個容器內，再分別混合而成兩個樣品。
   (4) 每一樣品混合均勻後約留取 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、及品種的塑膠袋內。
2. 柑桔之葉片採樣方法 (春梢無結果枝且為停止梢第三或第四葉)
   (1) 採樣時間：八月下旬至九月上旬。
   (2) 採樣部位：採取當年生未結果枝的春梢，自頂端算起的第三或第四個葉片做為樣本，春梢的頂端還必須不長夏、秋梢和果實。
   (3) 每樹自東、西、南、北方位之肩高處各採一葉，共採四葉，循 U 字形路徑逢機選擇生長正常的植株採葉。全園視面積大小，採取 50 至 80 葉混合為一樣品。

(4) 葉片立即裝入塑膠袋內，袋子上註明姓名、住址、園址 (地段及地號)、品種及採集日期。當日立即就近送往農業試驗所或改良場分析。

(5) 採葉時應特別注意不可以誤採夏、秋梢、結果枝及抽新梢的春梢葉，否則即診斷錯誤。

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

柑桔類作物土壤酸鹼值適應約 5.5-6.5 時土壤養分有效性較高，故可以選擇土壤酸鹼值改良或於生長期間補充養分，確保養分充足。於耕作時可於基肥施用有機質肥料，再於各生長期各別補充所需營養元素。

臺南場民國 104 年農友土壤送樣分析數據可瞭解轄區農田肥力狀況，分析數據之誤差原因可能為採樣方法及轄區內種植柑桔送驗之土壤樣品數而有所差異。104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收轄區內柑桔作物土壤送樣之結果如表一。臺南地區土壤酸鹼值約在 7.2，嘉義及雲林地區土壤酸鹼值約為 5.3 左右，地區間土壤酸鹼之差異，可發展出不同的土壤肥料管理模式。

土壤有機質應大於 30 g/kg，補充土壤有機質可添加品質優良之有機質肥料，提供良好根系生長環境。於種植過程中若追求品質而過量施用磷鉀肥，容易造成土壤有效性磷及鉀偏高。

地區間土壤有機質、土壤有效性鉀及鎂分析資料如表二。土壤有機質未達 30 g/kg 者，臺南及雲林地區約七成以上，未達比例偏高，應施用高有機碳的有機質資材，或草生栽培 (如種植綠肥大豆) 以增加土壤有機質。土壤有效性磷高於 50 mg/kg 者，臺南及雲林地區約七成以上；土壤有效性鉀高於 100 mg/kg 者，臺南及雲林地區約有七成以上。施用時需考慮作物根系是否有足夠能力吸收及植株所能保存的量。

表一、民國 104 年度臺南場轄區柑桔果園土壤送檢分析數據結果

	pH (1:1)	EC (1:5)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
		$dS\ m^{-1}$	g/kg	----------------------mg/kg			------------------
臺南	7.21 ± 0.83	0.2 ± 0.29	23 ± 9	174 ± 143	171 ± 119	2609 ± 867	336 ± 127
嘉義	5.15 ± 1.17	0.09 ± 0.06	32 ± 13	391 ± 296	155 ± 90	1004 ± 814	103 ± 89
雲林	5.59 ± 0.97	0.16 ± 0.13	27 ± 12	238 ± 177	219 ± 142	1441 ± 880	154 ± 91

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

表二、民國 104 年度臺南場轄區柑桔園土壤送檢有機質、有效性磷及有效性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	<30 g/kg	>50 mg/kg	>100mg/kg
臺南	83 (491)	76 (450)	71 (416)
嘉義	47 (14)	90 (27)	73 (22)
雲林	70 (210)	85 (254)	79 (235)

[1]:數值表示為“所佔比例 (分析件數)”

文旦柚為雲嘉南地區具特色之作物，主要產地分布於臺南麻豆、下營及雲林斗六，兩地區土壤性質差異以土壤酸鹼值最為明顯 (如表三)，故在栽培管理上應配合土壤性質而調整施肥策略。例如在偏鹼性土壤地區，應適時補充微量要素，必要時得進行土壤酸鹼改良，降低土壤酸鹼值。偏酸性土壤則應適度提升土壤酸鹼值，以提高養分有效性。

普遍上的兩地區土壤 (如表四) 有機質低於 30 g/kg (比例約六成以上)。**土壤有效性磷及鉀含量**皆較高。Bray-1 磷　若高於 200 mg/kg 時，已足夠，基肥可逐年降低磷肥施用量 1-2 成。倘若 Bray-1 磷　磷低於 50 mg/kg，每分地可依情況施用過磷酸鈣 40-60 公斤。(除施用量外，宜注意施用方法與深度等施用技術。)

表三、民國 104 年度臺南場轄區文旦柚土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
	$dS\ m^{-1}$		g/kg	---------------------- mg/kg			------------------
臺南	0.2 ± 0.3	7.3 ± 0.7	22.7 ± 8.6	173 ± 142	172 ± 120	2648 ± 830	341 ± 126
雲林	0.18 ± 0.14	5.8 ± 0.9	27.5 ± 2.2	263 ± 183	251 ± 152	1691 ± 892	181 ± 94

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

表四、民國 104 年度臺南場轄區文旦柚土壤送檢有機質、有效性磷及有效性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	< 30 g/kg	> 50 mg/kg	> 100 mg/kg
臺南	84 (454)	76 (412)	70 (381)
雲林	67 136)	86 (175)	82 (168)

[1:]數值表示為”所佔比例 (分析件數)”

部分地區**交換性鉀偏高** (高於 200 mg/kg)，而**交換性鈣、鎂偏低**，造成鎂鉀比小於 1.5，易使**文旦柚吸收鈣鎂出現障礙**。應於基肥施用逐次降低鉀肥約二成，並在栽培期間可補充 30-50 公斤鎂肥 (硫酸鎂)，於基肥及開花後分兩次施用，或是於幼果期葉面施用硫酸鎂 500 倍，若是中果期發現老葉已嚴重黃化，可每 10 天葉面噴施硫酸鎂。若是交換性鉀偏低 (低於 100 mg/kg)，可依土壤狀況每分地增施氯化鉀 6-10 公斤。均勻施於表面，再翻入 15-30 公分土壤中。

(一) 2009-2013 年麻豆及斗六文旦柚產區土壤肥力平均變化

1. 土壤酸鹼值變化

土壤酸鹼值對於養分有效性影響大。由 2009-2013 年土壤分析結果顯示兩地區呈現不同的土壤酸鹼值，麻豆地區多為 6.5-7.0 以上之中鹼性土壤，斗六地區則多為小於 6.0 之酸性土壤 (圖 1)。不同的土壤酸鹼值差異，會影響磷、鉀、鈣、鎂及微量元素之有效性，故面對兩地區的差異，在施肥管理方式上亦應有不同的措施，透過瞭解土壤狀況擬定園區之施肥策略。

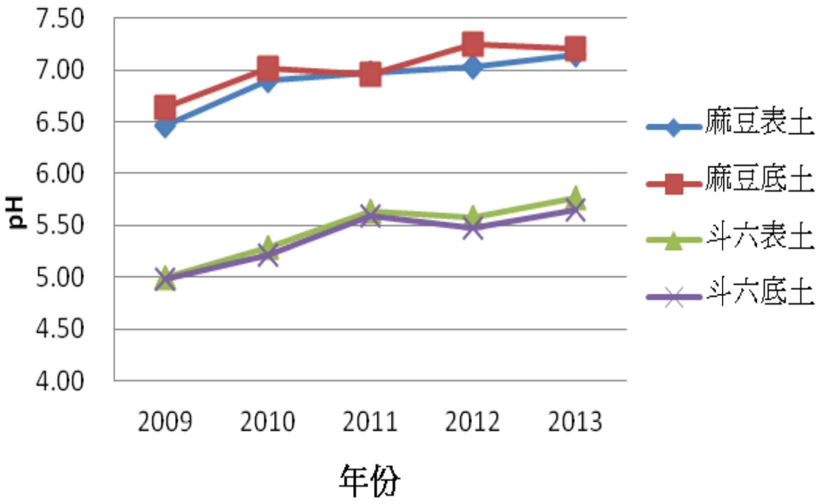


圖1、麻豆及斗六地區土壤酸鹼值變化

2. 土壤有機質

土壤有機質可以增進土壤物理、化學及生物性，農田土壤之有機質大於 30 g/kg 較佳，圖 2 顯示，僅斗六地區表土之有機質含量高於 30 g/kg。另一方面，兩地區表土之有機質均高於底土有機質，應是施用之有機質肥料大多在表土。近年來，由於逐漸重視土壤有機質含量及進行草生栽培，土壤有機質含量不論在麻豆或斗六都有逐年提升的趨勢。

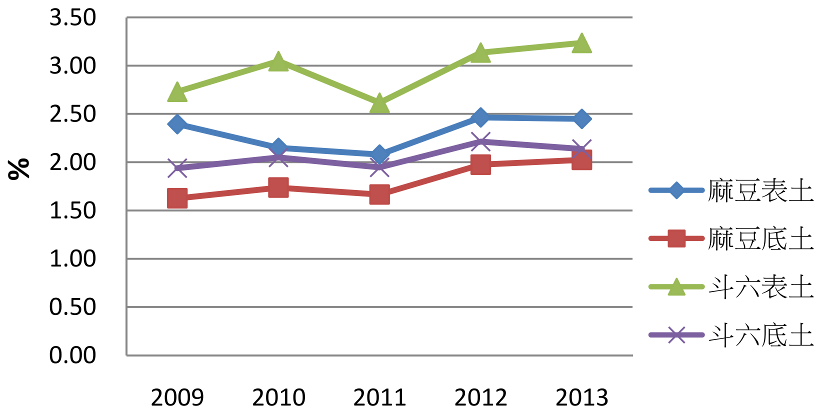


圖2、麻豆及斗六地區土壤有機質變化

3. 土壤 Bray-1 磷 (或土壤磷有效性)

圖 3 顯示，除麻豆地區底土之 Bray-1 磷量少於 200 mg/kg 外，不論是麻豆或是斗六地區土壤皆含有高量有效性磷，顯示對磷肥施用之重視程度。由有效性磷多分佈於表土亦可看出在施用肥料時，大多施用在表土。然而，需要思考的是，土壤中過多的磷是否有機會被植體利用？可以搭配葉片來評估並調整施肥策略，以降低施肥成本及提高品質。另一方面，磷肥於土壤中移動性較慢且容易被固定，是否會誘發根部集中在表土，需評估根系因劇烈水分變化造成受損之可能性，來決定是否改變磷肥施用深度。

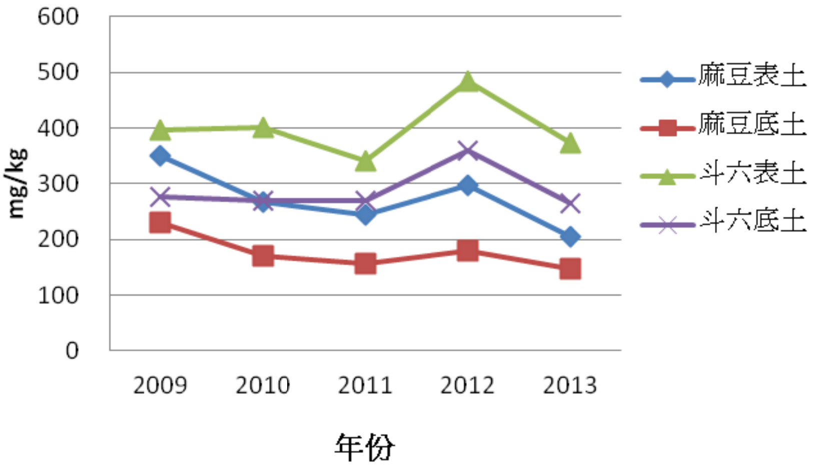


圖3、麻豆及斗六地區土壤有效性磷變化

4. 土壤交換性鉀

鉀肥為運送光合產物影響因子之一，大多數農友會施用磷鉀肥或是於文旦柚果實幼中果期施用高磷鉀以增加甜度。由圖 4 所示土壤有效性鉀含量隨著年度增加而增加，顯示越來越重視施用鉀肥，導致土壤中有效性鉀含量逐漸上升。土壤含有過多鉀離子容易造成陽離子間比例失衡，使文旦柚無法順利吸收鈣及鎂，造成葉片黃化或是果實品質下降。斗六地區之平均有效性鉀含量近年來不斷上升，需特別注意鎂鈣之吸收。不論在麻豆或是斗六地區，有效性鉀含量皆是表土高於底土，亦須思考根部是否可能集中於表土。

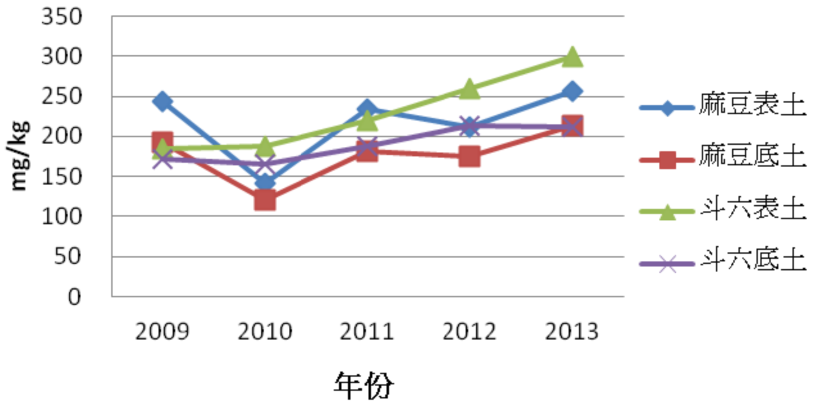


圖4、麻豆及斗六地區土壤有效性鉀變化

5. 土壤交換性鈣及鎂

土壤交換性鈣及鎂的含量與土壤酸鹼值有關。一般而言，土壤酸鹼值偏鹼性，土壤中交換性鈣及鎂含量相對較高。由圖 6 及 7 所示麻豆地區因為中性及鹼性土壤，其土壤交換性鈣及鎂含量較高，需注意避免過度施用蚵殼粉或鎂鈣肥進而抑制鉀肥吸收；反之，斗六地區因土壤酸鹼值較低，其有效性鈣、鎂含量則相對較低，故斗六地區應於文旦柚生長期間注意鈣鎂肥之補充。

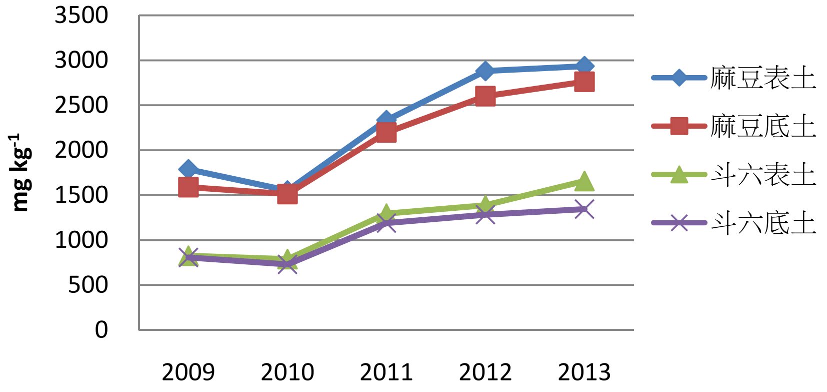


圖6、麻豆及斗六地區土壤有效性鈣變化

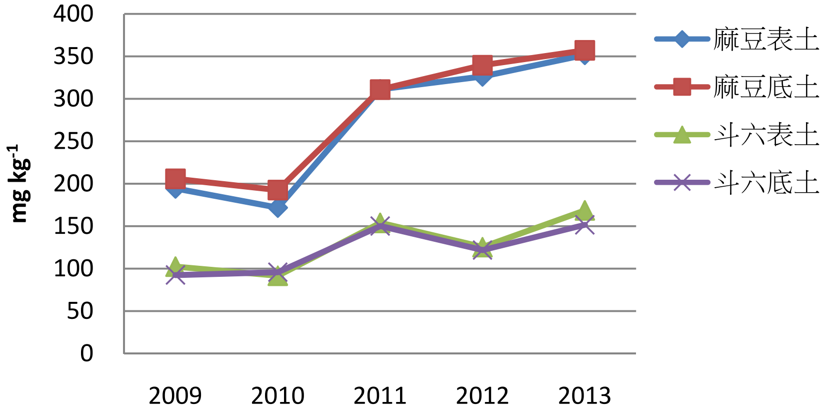


圖7、麻豆及斗六地區土壤有效性鎂變化

(二) 雲嘉南文旦柚產區肥培管理建議

麻豆與斗六地區為雲嘉南地區具有代表性之文旦柚產地，然因兩地不同的土壤性質，故肥料施用策略亦需不同。

1. 土壤酸鹼質改善

若土壤酸鹼值較高，當酸鹼值高於 8.0 時，可依情況施用硫磺粉，每 0.1 公頃施用 40-60 公斤，並且於生長期間密切注意新葉是否有微量要素缺乏症狀，並於生長期間補充綜合微量要素 (稀釋 1,500-2,000 倍)，保持樹體養分平衡。反之，土壤酸鹼值偏酸，每 0.1 公頃可使用苦土石灰 60-80 公斤，可同時補充鈣肥及鎂肥。每年於冬季休眠期施用，並且均勻灑施於地面，再翻耕入 15-30 公分土中。需等待 3-4 星期後在施用化學肥料，避免影響肥效。

2. 土壤有機質

提升果園土壤有機質可以避免土壤溫度劇烈變化、改善土壤硬化、減少肥料施用，促進文旦柚根系發育，增加養分吸收。

麻豆地區有機質含量較低，土壤有機質含量低於 30 g/kg，建議每分地可酌量施用 500-800 公斤之高有機質低養分資材，例如蔗渣堆肥及稻殼堆肥等。若是施用含氮量較高的植物渣粕類有機質肥料，應視田間情況每分地施用 80-100 公斤。施用有機質肥料後，需同時減少化學肥料施用量，尤其是氮肥，避免過多氮肥造成夏梢及秋梢大量抽生，影響果實品質並將有機質資材深施於 15-30 公分，促進根系生長。斗六地區由於土壤有機質相對較高，除持續補充有機質外，含量超過 30 g/kg 之土

壤，亦可調整施肥量，因土壤有機質分解過程中，亦會逐漸釋放養分供吸收。另一方面，透過果園草生栽培亦可以提高文旦柚果園土壤有機質含量。

3. 土壤水分管理

良好的土壤水分管理可以提升肥料吸收效率，促進文旦柚根系生長旺盛。故在果園當中，應設置灌溉系統搭配土壤水分張力監測，適時適期提供水源。大雨過後，若根系長時間處於浸水狀態，容易造成根系功能低落，導致養分及水分吸收受阻。低窪或是易淹水地區，可以加強地上或是地下排水建設，避免根系損傷。

4. 合理化施肥管理

Bray-1 磷若高於 200 mg/kg 時，磷已足夠，基肥可以逐年降低磷肥施用量 1-2 成。倘若 Bray-1 磷低於 50 mg/kg，每分地可依情況施用過磷酸鈣 40-60 公斤。

部分地區交換性鉀偏高 (高於 200 mg/kg)，而有效性鈣、鎂偏低，造成鎂鉀比小於 1.5，易使文旦柚吸收鈣鎂出現障礙。

鉀、鈣及鎂離子之吸收效率受到離子間濃度影響，一般而言，土壤鎂鉀比建議在二左右，鈣鎂比建議在 6-8 左右，文旦柚根系較容易均衡吸收鉀、鈣及鎂離子。比例偏高或是偏低，可以透過土壤補充或是以葉面施肥暫時補充之。兩地區鎂鉀比偏低 (圖 7)，鎂吸收易受到抑制，建議於基肥施用可以逐次降低鉀肥約二成，並在栽培期間可補充 30-50 公斤鎂肥，於基肥及開花後分兩次施用，或是於幼果期葉面施用鎂液體肥料 500 倍。若是中果期發現老葉已嚴重黃化，可每 10 天葉面噴施鎂液體肥料。若是有效性鉀偏低 (低於 100 mg/kg)，可依土壤狀況每分地增施氯化鉀 6-10 公斤。均勻施於表面，再翻入 15-30 公分土壤中。麻豆地區土壤有效性鎂較高，仍需特別注意鉀肥施用量，避免根圈環境導電度 (EC 值) 過高，限制根系生長範圍。

鎂及鈣對於提升果實品質亦扮演重要角色，鎂供應不足容易出現老葉黃化 (圖 9) 及果實「乾米」現象；鈣則可以增加果皮強度及耐儲藏，故需留意土壤鈣鎂比例。鈣鎂比例較高之地區，可以依田間實際情況增加鎂肥施用，常見鎂肥有氯化鎂、硫酸鎂等。

文旦柚栽培期間施用磷肥及鉀肥，雖然可以提升品質，亦可能造成土壤累積過多有效性磷及鉀，影響其他離子吸收。故在修剪枝前後，可以分析園區土壤肥力，調整下一栽培年度之肥培策略。另一方面，表面撒施肥料除了容易造成肥料流失，亦會誘導根系分佈在表土，當大雨後艷陽高照，易造成根部受損。應將肥料開溝或是穴施於土壤中，以促進肥效，降低環境汙染。

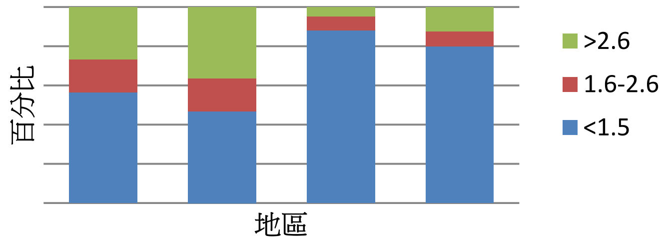


圖8、2013年麻豆及斗六地區土壤鎂鉀比分佈百分比

圖 9、葉片缺鎂徵狀嚴重

四、柑橘施肥推薦量 (舊版作物施肥手冊)

表一、三要素推薦量 (公克/株/年)

樹齡或產量	氮	磷酐	氧化鉀	換算成複合肥料用量(成樹用 5 號(16-8-12)，幼樹用 43 號(15-15-15))
幼樹 1-3 年	75	75	75	500
幼樹 5 年	150	150	150	1000
成樹 40 公斤/株	500	250	375	3125
成樹 60 公斤/株	600	300	450	3750
成樹 90 公斤/株	800	400	600	5000
成樹 120 公斤/株	1000	500	750	6250
成樹 150 公斤/株	1200	600	900	7500

註：

1. 石礫地或粗質地肥分易流失之土壤，施肥量酌增 30-40%，細質地保肥力佳之黏質土壤酌減 20-30%。草生柑橘園，春肥及果實發育期之氮肥宜增加 20-30%。
2. 若春肥及果實發育期氮肥過多，將影響果實品質和著色，以及花芽分化，採收後之肥料可改用 2 號(11-9-18)代替 5 號複肥。

表二、施肥時期與分配率(%)

肥料別	採收後至春芽萌發前	開花至著果	果實發育期
氮肥	40	40-50	20-10
磷肥	40 或 100	40 或 0	20 或 0
鉀肥	30	30	40

葉面肥

開花期前後可以葉面施用硫酸鎂 500-600 倍及市售之綜合微量元素 2,000-3,000 倍，1-2 次，每七天施用一次，施用量原則上以葉片微濕或液肥不滴下為原則。
颱風過後，搭配病蟲害防治，可葉面施用平均肥 600-800 倍及市售之綜合微量要素 2,000 倍，以快速補充植株養分。

四、結語

針對轄區偏酸及偏鹼的兩種土壤，應有不一樣的管理方式，在偏鹼性土壤地區，應適時補充微量要素，必要時得進行土壤酸鹼度改良，降低土壤酸鹼值。偏酸性土壤則應適度提升土壤酸鹼值，以提高養分有效性。加強有機質及水分管理，提高有機質含量可以提高土壤緩衝能力及促進根系生長。透過添加有機質肥料及草生栽培可以提升土壤有機質含量。水分管理可提升養分吸收效率，良好的灌溉排水系統，可以降低因突發性大雨造成根系受損之風險。若有效性磷及有效性鉀偏高，應逐年降低使用量。當年度施肥後發現樹勢衰弱，請勿擅自添加肥料，應重新核對施肥記錄簿，並與各地改良場聯絡，必要時採土送至各區改良場土壤肥料研究室檢驗。

麻豆及斗六地區文旦柚品質遠近馳名，所投入之心力是無法想像。透過分析土壤肥力數據，瞭解兩地區土壤特性，可以作為調整施肥依據。現今施肥策略已逐漸走向精緻化，若欲提升栽種品質，必須針對果園各面向分別剖析，並擬訂果園管理策略。運用歷年數據於文旦柚施肥管理，期能鑑往知來，提升文旦柚果園永續經營機會。